

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 2 1 日
Date of Application:

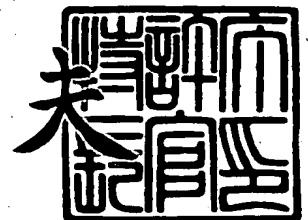
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 0 6 2 7 6
Application Number:

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 0 6 2 7 6]

出 願 人 京セラ株式会社
Applicant(s):

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

2 0 0 3 年 9 月 1 9 日
今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 27562

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明者】

 【住所又は居所】 鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

 【氏名】 由宇 喜裕

【発明者】

 【住所又は居所】 鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

 【氏名】 高橋 大輔

【特許出願人】

 【識別番号】 000006633

 【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

 【氏名又は名称】 京セラ株式会社

 【代表者】 西口 泰夫

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 005337

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アクチュエータ及び印刷ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミック基板の表面に、圧電セラミック層と該圧電セラミック層を挟持する一対の電極とを具備する変位素子が複数設けられてなるアクチュエータであって、前記圧電セラミック層がPb、Zr及びTiを含むペロブスカイト型化合物からなるとともに、該ペロブスカイト型化合物の格子定数比 c/a が $1.013 \sim 1.016$ 、厚みが $100 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項2】 前記ペロブスカイト型化合物が、チタン酸ジルコン酸鉛系化合物であることを特徴とする請求項1記載のアクチュエータ。

【請求項3】 前記圧電セラミック層が、Sr、Ba、Ni、Sb、Nb、Zn及びTeのうち少なくとも1種を含むことを特徴とする請求項1又は2記載のアクチュエータ。

【請求項4】 前記圧電セラミック層が、Baを $0.02 \sim 0.08$ モル、Srを $0.02 \sim 0.12$ モル含むことを特徴とする請求項3記載のアクチュエータ。

【請求項5】 前記圧電セラミック層が、前記ペロブスカイト型化合物の化学量論比から要求されるPb量よりも過剰にPbが含まれ、Aサイト過剰比が $1.005 \sim 1.04$ であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載のアクチュエータ。

【請求項6】 前記セラミック基板が圧電体であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載のアクチュエータ。

【請求項7】 前記セラミック基板の一部に拘束部が接着層を介して接着され、非拘束部で変位が発生することを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載のアクチュエータ。

【請求項8】 d_{31} の大きさが 200 pm/V 以上であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載のアクチュエータ。

【請求項9】 弾性コンプライアンスが $14.0 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{N}$ 以下であるこ

とを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のアクチュエータ。

【請求項 10】請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載のアクチュエータが、複数のインク流路を有する流路部材の表面に、該インク流路の直上に前記アクチュエータを構成する変位素子が配置するように接合されてなり、前記変位素子の変位によってインクを吐出させることを特徴とする印刷ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、圧電性を有するペロブスカイト型化合物、特にチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）を主成分とするアクチュエータと、それを用いた文字や画像の印刷に用いるインクジェット式プリンタに搭載される印刷ヘッドに関する。

【0002】

【従来技術】

近年、パーソナルコンピュータの普及やマルチメディアの発達に伴って、情報を記録媒体に出力する記録装置として、インクジェット方式の記録装置の利用が急速に拡大している。

【0003】

かかるインクジェット方式の記録装置には、印刷ヘッドが搭載されており、この種の印刷ヘッドには、インクが充填されたインク流路内に加圧手段としてのヒーターを備え、ヒーターによりインクを加熱、沸騰させ、インク流路内に発生する気泡によってインクを加圧し、インク吐出孔より、インク流として吐出させるサーマルヘッド方式と、インクが充填されるインク流路の一部の壁を変位素子によって屈曲変位させ、機械的にインク流路内のインクを加圧し、インク吐出孔よりインク流として吐出させる圧電方式が一般的に知られている。

【0004】

圧電方式を利用したインクジェット記録装置に用いられる印刷ヘッドは、例えば図 3（a）に示したように、複数の溝がインク流路 23a として並設され、各インク流路 23a を仕切る壁として隔壁 23b を形成した流路部材 23 の上に、アクチュエータ 21 が設けられた構造を有する。

【0005】

アクチュエータ 21 は、圧電セラミック層 24 の一方の主面に共通電極 25 を形成するとともに、他方の主面に複数の個別電極 26 を形成し、複数の変位素子 27 が設けられてなるアクチュエータが、流路部材 23 の開口部であるインク流路 23 a の直上に個別電極 26 を配置するように、アクチュエータ 21 と流路部材 23 とを接着する。

【0006】

共通電極 25 と個別電極 26 との間に電圧を印加して変位素子 27 を振動させることによりインク流路 23 a 内のインクを加圧し、流路部材 23 の底面に開口させたインク吐出孔 28 よりインク滴を吐出させる構造になっている。

【0007】

また、図 3 (b) に示すように、圧電セラミック層 24 上に個別電極 26 を等ピッチで多数並設し、変位素子 27 を多数設けた印刷ヘッドを構成して各変位素子 27 を独立して制御することにより、インクジェットプリンタの高速化及び高精度化に寄与することが可能である。

【0008】

このようなアクチュエータは、金属成分として Pb、Zr 及び Ti、Zn、Sb、Ni、Te と、Sr 及び Ba のうち少なくとも 1 種を含むペロブスカイト型化合物を用いることにより、耐熱性、耐久性、耐温度変化性に優れた圧電体を実現できることが開示されている。

【0009】

【引用文献 1】

特開平 11-34321 号公報図 1

【引用文献 2】

特開平 7-315923 号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、最近の高精度プリンタにおいてはアクチュエータとしての変位を大きくするためには、厚みを薄くする傾向があり、例えば 100 μ m 以下、特

に $60\mu\text{m}$ 以下の厚みの圧電焼結体を直接得ようとする、 1000°C 以上で焼成する場合、そのような高温では成形体表面から Pb が蒸発して組成の変化が生じ、得られた圧電焼結体の組成にバラツキが生じるため、これをインクジェット式プリンタの印刷ヘッドとして用いると、変位バラツキが大きくなってインクの吐出のバラツキが生じ、記録される文字や画像の鮮明度が部分的に悪化し、さらに高速印刷ができなくなるという問題があった。

【0011】

また、 $100\mu\text{m}$ 以下のアクチュエータを得るために、焼結によって得られた厚い圧電磁器から Pb が蒸発した表面部を除去し、組成のバラツキの少ない中心部分のみを用い、これをインクジェット式プリンタの印刷ヘッドとして用いる場合は、厚みバラツキ及び表面粗さを厳密に制御できず、実質的にこのような加工が困難であるという問題があった。

【0012】

また、圧電焼結体を印刷ヘッドとして用いる場合、圧電焼結体を金属製流路部材に接着剤を用いて接着するが、接着前にアクチュエータとして優れた圧電特性を有していても、接着後にその特性が低下し、変位バラツキの原因になるという問題があった。

【0013】

従って、本発明は、 $100\mu\text{m}$ 以下の厚みで、焼成しても組成バラツキが少ないアクチュエータと、変位バラツキを改善したインクジェット用の印刷ヘッドを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明は、薄層の圧電体に応力が加わると、その静電容量が低下し、これがアクチュエータの特性バラツキを誘起するとの新規な知見に基づき、圧電セラミック層を構成するペロブスカイト型化合物の格子定数比を厳密に制御し、圧電セラミック層の結晶相が正方晶に近づけることにより、圧縮応力が加わっても静電容量の低下が抑制でき、特に、複数の拘束部を有する支持部材に接合されて圧縮応力が加わっても優れた圧電特性を維持したアクチュエータを実現したものである。

【0015】

即ち、本発明のアクチュエータは、セラミック基板の表面に、圧電セラミック層と該圧電セラミック層を挟持する一対の電極とを具備する変位素子が複数設けられてなるアクチュエータであって、前記圧電セラミック層がPb、Zr及びTiを含むペロブスカイト型化合物からなるとともに、該ペロブスカイト型化合物の格子定数比 c/a が $1.013 \sim 1.016$ 、厚みが $100 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするものである。

【0016】

特に、前記ペロブスカイト型化合物が、チタン酸ジルコン酸鉛系化合物であることが好ましい。チタン酸ジルコン酸鉛系化合物を用いることで、より高い d 定数を有する安定な圧電焼結体を得ることが可能となる。

【0017】

また、前記圧電セラミック層が、Sr、Ba、Ni、Sb、Nb、Zn及びTeのうち少なくとも1種を含むことが好ましい。これによって、より優れた特性を有する圧電焼結体を容易に得ることができる。

【0018】

さらに、前記圧電セラミック層が、Baを $0.02 \sim 0.08$ モル、Srを $0.02 \sim 0.12$ モル含むことが好ましい。これにより、正方晶組成が主体でも d_{31} が200以上の圧電焼結体を得ることができる。

【0019】

さらにまた、前記圧電セラミック層が、前記ペロブスカイト型化合物の化学量論比から要求されるPb量よりも過剰にPbが含まれ、Aサイト過剰比が $1.005 \sim 1.04$ であることが好ましい。これにより、 d_{31} が250以上の高い性能を有する圧電焼結体を得ることができる。

【0020】

また、前記セラミック基板が圧電体であることが好ましい。これにより、同時焼成をすることが可能となり、熱膨張差による応力の発生を抑制することが可能となる。

【0021】

さらに、前記セラミック基板の一部に拘束部が接着層を介して接着され、非拘束部で変位が発生することが好ましい。これにより、大きな変位を発現することができる。

【0022】

また、 d_{31} が -200 pm/V 以上であることが好ましい。これにより、大きな変位を得ることが可能となる。

【0023】

さらに、弾性コンプライアンスが $14.0 \times 10^{-12}\text{ m}^2/\text{N}$ 以下であることが好ましい。これにより、アクチュエータを支持部材に張り付け後に生じる応力に対する静電容量の低下を抑制することが容易となる。

【0024】

また、本発明の印刷ヘッドは、上記のアクチュエータが、複数のインク流路を有する流路部材の表面に、該インク流路の直上に前記アクチュエータを構成する変位素子が配置するように接合されてなり、前記変位素子の変位によってインクを吐出させることを特徴とするものである。これにより、高い応答速度を有し、高速印刷をすることが可能となる。

【0025】

【発明の実施の形態】

本発明のアクチュエータは、例えば図1(a)に示したように、セラミック基板2の表面に、複数の変位素子7が設けられてなるものである。変位素子7は、セラミック基板2上に設けられた共通電極5と、共通電極5上に設けられた圧電セラミック層4と、圧電セラミック層4上に設けられた個別電極6とを具備するものである。換言すれば、変位素子7は、共通電極5と個別電極6とで圧電セラミック層4を挟持するように構成され、共通電極5がセラミック基板2上に設けられている。

【0026】

変位素子7はセラミック基板2上に複数設けられており、例えば図1(b)に示したように、個別電極6が等間隔で2次元的に配列され、それぞれ外部の電子

制御回路に独立して接続され、それぞれの電極間に電圧が印加されると、電圧が印加された共通電極 5 と個別電極 6 に挟持された部位の圧電セラミック層 4 が変位することができる。

【0027】

本発明によれば、セラミック基板 2 の変位素子 7 が設けられた主面と反対側の主面には、金属からなる拘束部が接着層を介して設けられ、非拘束部で変位が発生するような構造を有している場合に、特に本発明の効果を十分に発揮することができる。このような構成では、金属からなる拘束部が接着層を介して設けられているため、圧電セラミック層 4 に圧縮応力が加わり、非拘束部で変位が発生するような構造を有しているのが良い。

【0028】

具体的には、図 1 (c) に示したように、本発明のアクチュエータのセラミック基板 2 に支持部材 3 が固定されており、支持部材 3 と接合しているセラミック基板 2 の主面には、溝の開口部に位置する自由振動部 9 a と、接合によって形成される固定部 9 b とによって構成される支持部材 3 が設けられている。そして、共通電極 5 と個別電極 6 との間に電圧が印加されると、圧電セラミック層 4 の変位によって、変位素子 7 が変位を起し、その結果、自由振動部 9 a で振動することができる。このような構造によって、変位の大きなアクチュエータとしてその特徴を十分に活用することができる。

【0029】

本発明によれば、変位素子 7 を構成する圧電セラミック層 4 は、少なくとも P b、Z r 及び T i を含むペロブスカイト型結晶を主成分とすることが重要である。例えば、A サイト構成元素として P b を含有し、且つ、B サイト構成元素として Z r 及び T i を含有する結晶であり、特に、チタン酸ジルコン酸鉛系化合物であることが、より高い d 定数を有する安定な圧電焼結体を得るために好ましい。

【0030】

また、前記圧電セラミック層が、S r、B a、N i、S b、N b、Z n 及び T e のうち少なくとも 1 種を含むことが好ましい。これによって、より安定した圧電焼結体を得ることができ、例えば副成分として $Pb(Zn_{1/3}Sb_{2/3})O_3$ 及

び $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/2}\text{Te}_{1/2})\text{O}_3$ とを固溶してなるものを例示できる。

【0031】

特に、A サイト構成元素として、さらにアルカリ土類元素を含有することが望ましい。アルカリ土類元素としては特に Ba、Sr が高い変位を得られる点で好ましく、Ba を 0.02 ~ 0.08 モル、Sr を 0.02 ~ 0.12 モル含むことが特に正方晶組成が主体の組成の場合に大きな変位を得るのに有利である。

【0032】

例えば、 $\text{Pb}_{1-x-y}\text{Sr}_x\text{Ba}_y(\text{Zn}_{1/3}\text{Sb}_{2/3})_a(\text{Ni}_{1/2}\text{Te}_{1/2})_b\text{Zr}_{1-a-b-c}\text{Ti}_c\text{O}_3 + \alpha \text{ wt} \% \text{Pb}_{1/2}\text{NbO}_3$ ($0 \leq x \leq 0.14$ 、 $0 \leq y \leq 0.14$ 、 $0.05 \leq a \leq 0.1$ 、 $0.002 \leq b \leq 0.01$ 、 $0.44 \leq c \leq 0.50$ 、 $\alpha = 0.1 \sim 1.0$) で表される組成に対して、Pb の量を、上記組成に対し 1 ~ 5 質量% 過剰に添加するものである。

【0033】

Pb を化学量論組成に調製した成形体を 1000℃ で 2 時間焼成を行うと、Pb が PbO として、蒸発してしまい、表面部の組成のずれが生じ、変位素子の特性の低下および性能バラツキが生じやすいが、Pb 量を化学量論組成よりも過剰に添加し、特に A サイト過剰比が 1.005 ~ 1.04、特に 1.01 ~ 1.03 であることが好ましく、これにより、変位素子 7 の厚み方向の $\text{Pb}/(\text{Ti} + \text{Zr})$ 比のバラツキが 0.02 以下に抑制することが容易となり、組成バラツキをさらに低減できる。

【0034】

なお、A サイト過剰比 (A/B 比) とは、A サイトの全成分のモル数の和を B サイトの全成分のモル数の和で除したものであり、A/B 比は化学量論のペロブスカイト型の酸化物では 1 であるのに対して、それよりも過剰に Pb 及び他の元素が A サイトに添加されており、A/B 比が 1 よりも多い状態となっていることを意味する。

【0035】

また、圧電セラミック層 4 を構成するペロブスカイト型化合物は、2 種類の結晶形を有することが普通であり、菱面体晶と正方晶が混合された状態で存在する

。しかしながら、本発明によれば、圧電特性を高めるためには、菱面体晶との正方晶混相域の結晶形を採用した方が好ましいものの、厚み T が $100\mu\text{m}$ 以下のアクチュエータを焼成すると Pb が蒸発してアクチュエータ表面から内部まで圧電体の組成が変化し、特性劣化が発生するが、格子定数比 c/a を制御し、2種類の結晶形を特定の比率で混合することによって、優れた特性を維持し、しかも応力環境下にあっても特性劣化を抑制できる。

【0036】

即ち、圧電セラミック層4のペロブスカイト型化合物の格子定数比 c/a を $1.013 \sim 1.016$ に設定することが重要であり、この構成によりペロブスカイト型化合物の主体を正方晶組成にすることができる。特に安定した圧電特性を得るため、 $1.0135 \sim 1.0155$ 、更に $1.014 \sim 1.015$ であることが好ましい。

【0037】

本発明の変位素子7の厚さは $100\mu\text{m}$ であることが大きな変位を得るために重要であり、特に $80\mu\text{m}$ 、更には $60\mu\text{m}$ 、より好適には $50\mu\text{m}$ が変位を大きくする点で好ましい。また、製造時や作動時の破壊を防止するため、十分な機械的強度を考慮すると下限値は $3\mu\text{m}$ 、特に $5\mu\text{m}$ 、更には $10\mu\text{m}$ であることが好ましい。

【0038】

本発明によれば、セラミック基板2は、絶縁性の高いものであれば良いが、圧電体であること、特に圧電セラミック層4と略同一の熱膨張率を有するものであることが好ましい。更に、セラミック基板は、圧電体であり、さらに圧電セラミック層4と略同一の組成であることが好ましい。これにより、同時焼成が可能となり、熱膨張差に起因して焼成時に発生する熱応力によって反りや歪みが生じるのを防止することが容易となる。

【0039】

また、セラミック基板2は、単層でも良いが、厚みを制御し、焼結後の組成バラツキや特性バラツキを抑制するため、積層体であることが好ましい。

【0040】

インクジェット印刷ヘッドとして用いる圧電歪定数は、例えば d_{31} であり、インクジェット印刷ヘッドとして十分な吐出能力を発揮する為には、 d_{31} の大きさが 200 pm/V 以上必要である。 200 pm/V より低いと十分な吐出能力が無く、インクジェット印刷ヘッドとして使用できない。高速で精細な印刷を得る為には d_{31} が 250 pm/V 以上であることがより好ましい。

【0041】

本発明のアクチュエータの弾性コンプライアンスは、 $14.0 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{N}$ 以下、特に $13.5 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{N}$ 以下、更には $13.0 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{N}$ 以下であることが好ましい。これにより、アクチュエータを支持部材に張り付け後に生じる応力に対する静電容量の低下を抑制することが容易になる。

【0042】

また、変位素子 7 は気孔率が 1% 以下、特に 0.8% 以下、更には 0.5% 以下であることが、インク等の液体の染み込みを効果的に防止できるため、インク漏れを低減することができて好ましい。

【0043】

個別電極 4 及び共通電極 6 の材質としては、導電性を有するものならば何れでも良く、Au、Ag、Pd、Pt、Cu、Al やそれらの合金などが用いられる。

また、電極厚みとしては、導電性を有し且つ変位を妨げない程度である必要があり、一般に、 $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ 程度であり、特に $1 \sim 4 \mu\text{m}$ が好ましい。

【0044】

このような構成を採用することにより、アクチュエータの変位素子の 7 各々において、変位の大きさを独立して、且つ十分に制御でき、インクの吐出量を精密に制御することができるため、高精度な位置合せが可能となり、その結果、吐出ムラの少ない、高品位なインクジェット記録ヘッドを提供することができる。

【0045】

次に、本発明のアクチュエータの製造方法を、具体的に PbZrTiO_3 系ペロブスカイト型結晶をインクジェットプリンタの印刷ヘッドに応用した場合を例として説明する。

【0046】

先ず、原料粉末として、 Pb_2O_3 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 $BaCO_3$ 、 ZnO 、 $SrCO_3$ 、 Sb_2O_3 、 NiO 、 TeO_2 を準備する。これらを、ペロブスカイト型結晶の化学量論組成に相当するPb量よりも多くなるようにPbを加えた組成に調整し、混合する。特に、Aサイト過剰比が1.005～1.04、特に1.01～1.03になるように調整することが、優れた圧電特性を維持する点で好ましい。

【0047】

得られた混合粉末を、ロールコーター法、スリットコーター法などの一般的なテープ成形法により、圧電セラミックスと有機組成物からなるテープの成形を行い、グリーンシートを作製する。

【0048】

グリーンシートの一部には、その表面に個別電極及び共通電極を印刷法等により形成する。また、所望により、グリーンシートの一部にビアホールを形成し、その内部にビア導体を挿入する。

【0049】

次いで、所望のグリーンシートを積層して積層体を作製し、さらに該グリーンシートと実質的に同一組成の圧電セラミックスと有機組成物からなる拘束シートを、上記積層体の両面若しくは片面に配置し、加圧密着を行う。

【0050】

加圧密着後の積層体を、焼成炉の内部に配置し、高濃度酸素雰囲気下で焼成温度が900℃以上、特に1000～1100℃で焼成し、積層体中のPbの蒸発により組成が上記ペロブスカイト組成よりもPb不足になるのを防止することができ、その結果、組成比 $Pb / (Ti + Zr)$ 比のバラツキが0.02以下の圧電体焼結体を得ることができる。

【0051】

焼成時の酸素濃度は酸素雰囲気下で焼成することが好ましい。酸素濃度は、80%以上、特に90%以上、更には95%以上、より好適には98%以上であることが、Pbの蒸発を抑制し、密度のバラツキを低減する点で好ましい。

【0052】

本発明の印刷ヘッドは、図2に示したように、アクチュエータ11が流路部材13に接着されてなるものであり、流路部材13は図1における支持部材3に相当する。具体的には、複数の溝であるインク流路13aが隔壁13bによって仕切られてなる流路部材13の表面に、セラミック基板12が接着材によって接着され、セラミック基板12の上に複数の変位素子17が設けられている。

【0053】

変位素子17は、圧電セラミック層14の一方の主面に共通電極15を、他方の主面に個別電極16を形成し、圧電セラミック層14を一对の電極15、16によって挟持された構造となっている。

【0054】

変位素子17は、共通電極15側で流路部材13の開口部であるインク流路13aが設けられた表面に接着され、インク流路の各々の直上に変位素子17がそれぞれ配置されている。

【0055】

そして、変位素子17の共通電極15及び個別電極16は、外部の駆動回路に電氣的に接続され、駆動回路より共通電極15と個別電極16との間に電圧を印加し、電圧が印加され変位した変位素子に対応するインク流路13a内のインクを加圧し、流路部材13の底面に開口させたインク吐出孔18よりインク滴を吐出することができる。

【0056】

このような構成を採用することにより、高速で高精度な吐出という特徴が得られ、高速印刷に好適な印刷ヘッドを提供することができる。また、本発明の印刷ヘッドをプリンタに搭載することによって、例えば、上記の印刷ヘッドにインクを供給するインクタンクと、記録紙に印刷するための記録紙搬送機構とを備えているプリンタを実現することによって、高速・高精度印刷を容易に実現できる。

【0057】**【実施例】**

原料粉末として高純度の Pb_2O_3 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 $SrCO_3$ 、 $BaCO_3$ 、 NiO 、 Sb_2O_3 、 ZnO 、 TeO_2 の各原料粉末を、表 1 に示す組成となるように所定量秤量し、さらに、この組成に対して過剰 Pb を添加した。

【0058】

なお、組成は、一般式 $Pb_{1-x-y}Sr_xBa_y(Zn_{1/3}Sb_{2/3})_a(Ni_{1/2}Te_{1/2})_bZr_{1-a-b-c}Ti_cO_3$ に対して x 、 y 、 a 、 b 、 c を表 1 となるように調整した。なお、試料 No. 25 は、 $BaTiO_3$ を用いた。

【0059】

上記の調製された粉体を、ボールミルにより湿式で 20 時間混合し、しかる後に、この混合物を脱水、乾燥した。その後、 $900^\circ C$ で 3 時間仮焼し、得られた仮焼物を再びボールミルで湿式粉碎した。

【0060】

その後、この粉碎物に有機バインダー、水、分散剤と可塑剤とを混合し、スラリーを作製し、薄いグリーンシートを成形するために一般的に用いられるロールコーター法により、焼成後の厚さが表 1 に示すサイズになるように予め収縮率を考慮したグリーンシートを作製した。

【0061】

この後、金型を用いて上記グリーンシートを短形状に打ち抜き、複数枚の短形状シートを用意した。次に、この短形状シート面に、共通電極及び個別電極を $Ag-Pd$ からなる電極用ペーストを用いてスクリーン印刷にて電極をグリーンシート表面に塗布した。

【0062】

次いで、電極を塗布したグリーンシート及び電極を塗布していないグリーンシートを、図 1 (b) に示すような構造、但し基板表面に縦 10 個、横 20 個配列された変位素子が形成されるように重ね、熱を加えて圧着し、積層アクチュエータ成形体を製作した。

【0063】

最後に、この成形体を $400^\circ C$ で脱脂した後、5 種類の積層体を 99% O_2 雰囲気中で温度 $1000^\circ C$ 2 時間の焼成を行い、超音波洗浄にて拘束シートを除去

し、5種類のアクチュエータを得た。

【0064】

得られたアクチュエータの厚みを、焼結体断面を研磨後、CCDを利用したキーエンス製マイクロスコープによって測定した。また、組成ばらつきは、 $Pb/(Ti + Zr)$ として、圧電セラミック層を切断し、断面をEPMAを用いて、 Pb 、 Ti 、 Zr の定量測定を行って算出した。さらに、気孔率は圧電セラミック層を切断し、断面を鏡面状態にした後、マイクロスコープで観察し一定面積内のボイドの面積を求め、全体の面積で除すことによって算出した。

【0065】

組成バラツキは、EPMAによって Pb 、 Zr 、 Ti 量を内部標準試料との比較により測定した。得られた Pb 、 Zr 、 Ti 量をモル量に換算し、 $Pb/(Ti + Zr)$ 比を算出した。また、 c/a は、X線回折における $d(002)$ 面間隔と $d(200)$ 面間隔を次式に代入して算出した。

$$1/d^2 = h^2 + k^2 + (a/c)^2 l^2 / a^2$$

また、アクチュエータの d_{31} をインピーダンスアナライザーによる共振法によって測定した。さらに、弾性コンプライアンス S_{11}^E を焼結体密度と共振周波数によって測定した。

【0066】

次いで、アクチュエータを流路部材に接着し、図2のような印刷ヘッドを作製し、接着前後での静電容量をそれぞれインピーダンスアナライザを用いて測定し、接着前の値に対して接着後の値を変化率として算出した。また、各変位素子に電圧をそれぞれ印加したときの変位をドップラー測定器によって計測し、面内の変位バラツキを算出した。バラツキは平均値からの最大差を平均値で除し、百分率で表示した。結果を表1に示した。

【0067】

【表 1】

試料 No.	主相	圧電セラミック層									アクチュエータ			印刷ヘッド [*]			
		組成					特性				特性			静電容量		変位量	
		x	y	a	b	c	Pb過 剰比	組成バラツキ %	気孔 %	c/a	厚み μm	d31 pm/V	S ₁₁ [†] 10 ⁻¹² m ² /N	静電容量 の変化率 %	平均 nm	バラツキ %	
		モル	モル	モル	モル	モル											
* 1	A1	0.08	0.02	0.075	0.005	0.45	1.02	0.02	1	1.010	50	190	15.4	50	40	15	
2	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.46	1.02	0.02	0.9	1.013	50	200	13	35	60	2	
3	A1	0.08	0.02	0.075	0.005	0.47	1.02	0.02	0.8	1.014	50	220	12.5	30	70	2	
4	A1	0.08	0.02	0.075	0.005	0.475	1.02	0.02	0.9	1.015	50	215	12	25	66	2	
5	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.48	1.02	0.02	1	1.018	50	200	11.5	20	62	2	
* 6	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.55	1.02	0.02	0.9	1.020	50	150	11	20	25	12	
7	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.47	1.02	0.02	0.9	1.014	10	220	12.5	30	100	2	
8	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.47	1.02	0.02	0.8	1.014	20	225	12.4	31	90	2	
9	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.47	1.02	0.02	0.9	1.014	70	230	12.6	33	50	2	
10	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.47	1.02	0.02	0.9	1.014	100	220	12.5	30	35	2	
* 11	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.47	1.02	0.02	1	1.014	150	220	12.8	30	19	2	
12	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.47	1.02	0.02	3	1.013	50	220	13.3	30	60	2	
13	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.46	1.02	0.02	0.8	1.012	50	230	13.5	33	63	2	
14	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.46	1.02	0.02	0.5	1.012	50	235	13.7	35	65	2	
15	A1	0.08	0	0.075	0.005	0.47	1.02	0.02	0.9	1.014	50	200	12.3	25	55	2	
16	A1	0.08	0.02	0.075	0.005	0.47	1.02	0.02	0.8	1.014	50	250	12.3	25	80	2	
17	A1	0.06	0.04	0.075	0.005	0.47	1.02	0.02	1	1.013	50	240	13	31	70	2	
18	A1	0.08	0.06	0.075	0.005	0.47	1.02	0.02	0.9	1.012	50	245	13.2	32	60	2	
19	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.47	1	0.05	0.9	1.014	50	205	12.5	25	65	2	
20	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.47	1.005	0.02	1	1.014	50	210	12.6	25	67	2	
21	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.47	1.04	0.02	1	1.013	50	230	13	30	69	2	
22	A1	0.06	0.02	0.075	0.005	0.47	1.05	0.02	0.9	1.013	50	200	13.2	33	55	2	
23	B1	0	0	0.075	0.005	0.45	1	0.05	0.9	1.014	50	170	12	22	28	3	
24	C1	0	0	0.000	0.000	0.5	1	0.08	0.8	1.014	50	160	11	15	25	4	
* 25	D1	-	-	-	-	-	-	-	0.9	1.014	50	120.0	10.1	12	10	8	

* 印は本発明の範囲外の試料を示す

A1: $\text{Pb}_{0.94}\text{Sr}_{0.04}\text{Ba}_{0.02}(\text{Zn}_{1/3}\text{Sb}_{2/3})_{0.075}(\text{Ni}_{1/2}\text{Te}_{1/2})_{0.005}\text{Zr}_{0.47}\text{Ti}_{0.45}\text{O}_3$ B1: $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Sb}_{2/3})_{0.075}(\text{Ni}_{1/2}\text{Te}_{1/2})_{0.005}\text{Zr}_{0.47}\text{Ti}_{0.45}\text{O}_3$ C1: $\text{PbZr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5}\text{O}_3$ D1: BaTiO_3

【0068】

本発明の試料 No. 2～5、7～10 及び 12～24 は、静電容量の変化率が 35% 以下、平均変位量が 22 nm 以上、そのバラツキが 4% 以下であった。特に、主相が A1 の $\text{Pb}_{0.94}\text{Sr}_{0.04}\text{Ba}_{0.02}(\text{Zn}_{1/3}\text{Sb}_{2/3})_{0.075}(\text{Ni}_{1/2}\text{Te}_{1/2})_{0.005}\text{Zr}_{0.47}\text{Ti}_{0.45}\text{O}_3$ では、平均変位量が 35 nm 以上、バラツキが 2% であった。

【0069】

一方、 c/a が 1.013 より小さい本発明の範囲外の試料 No. 1 は、静電容量の変化率が 50% と大きく、平均変位量は 40 nm であったが、そのバラツキが 15% と大きかった。

【0070】

また、 c/a が 1.016 より大きい本発明の範囲外の試料 No. 6 は、平均

変位量が40nmであったが、そのバラツキが20%と大きかった。

【0071】

さらに、厚みが100 μ mを越える本発明の範囲外の試料No. 11は、平均変位量が20nmと小さく、アクチュエータ、特に印刷ヘッドに用いるアクチュエータとしては実用に供さないものであった。

【0072】

さらにまた、Pb、Zrを含まないペロブスカイト型化合物からなる本発明の範囲外の試料No. 25は、平均変位量が10nmと小さく、アクチュエータ、特に印刷ヘッドに用いるアクチュエータとしては実用に供さないものであった。

【0073】

【発明の効果】

圧電セラミック層の格子定数比を厳密に制御することにより、圧電セラミック層が金属に接合され、複数の拘束点を有していても、Pb蒸発の影響を緩和し、直接100 μ m以下の厚みの圧電体焼結体を直接焼成しても組成バラツキが小さく、インクジェット印刷ヘッドに用いた場合、高速・高精度印刷に好適な印刷ヘッドを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のアクチュエータを示すもので、(a)は概略断面図、(b)は平面図、(c)は拘束部が設けられた場合の概略断面図である。

【図2】

本発明の印刷ヘッドの構造を示す概略断面図である。

【図3】

従来の印刷ヘッドの構造を示すもので、(a)は概略断面図、(b)は平面図である。

【符号の説明】

- 2、12・・・セラミック基板
- 3・・・支持部材
- 4、14・・・圧電セラミック層

5、15・・・共通電極

6、16・・・個別電極

7、17・・・変位素子

9 a・・・拘束部

9 b・・・非拘束部

11・・・アクチュエータ

13・・・流路部材

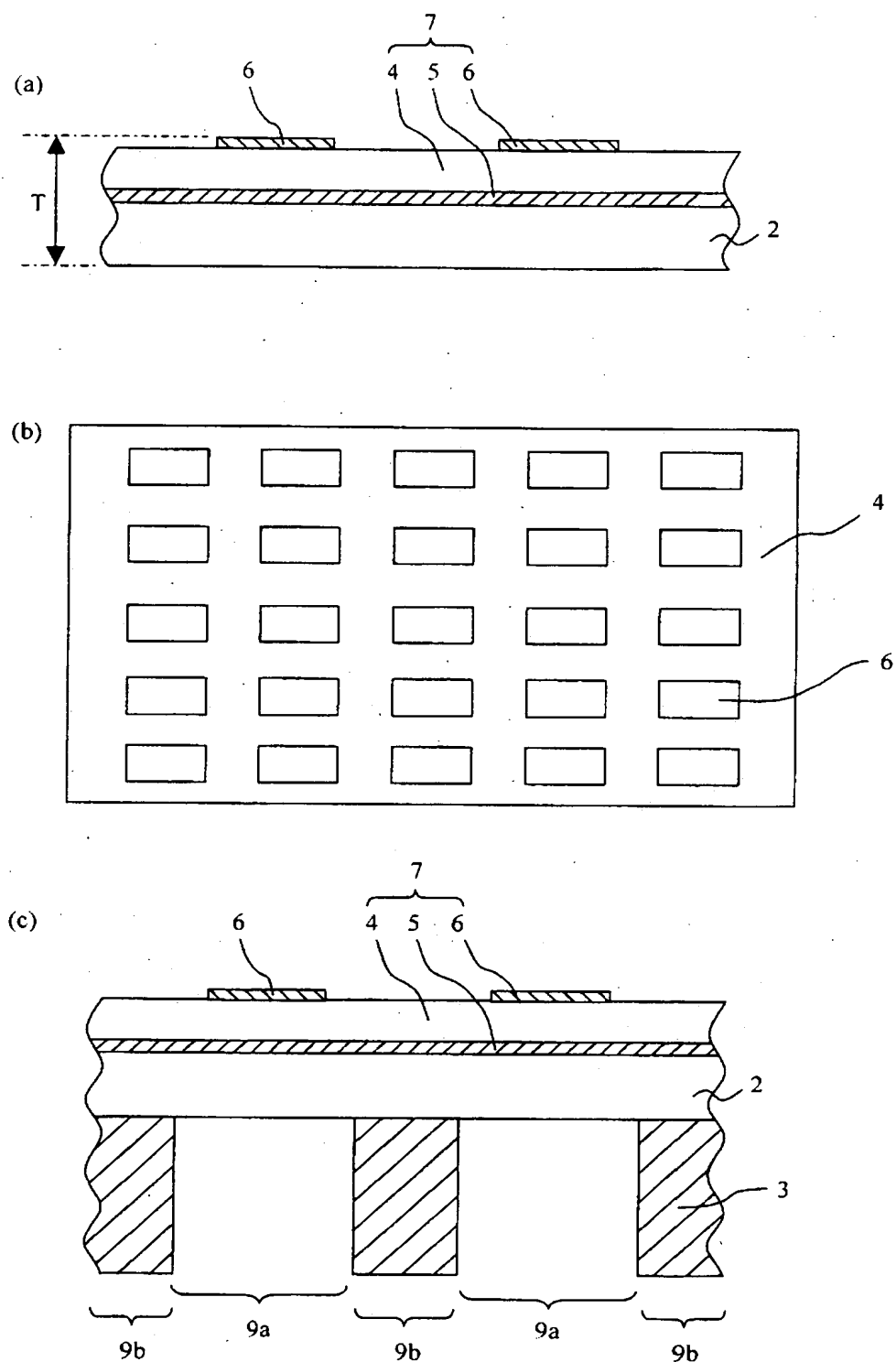
13 a・・・インク流路

13 b・・・隔壁

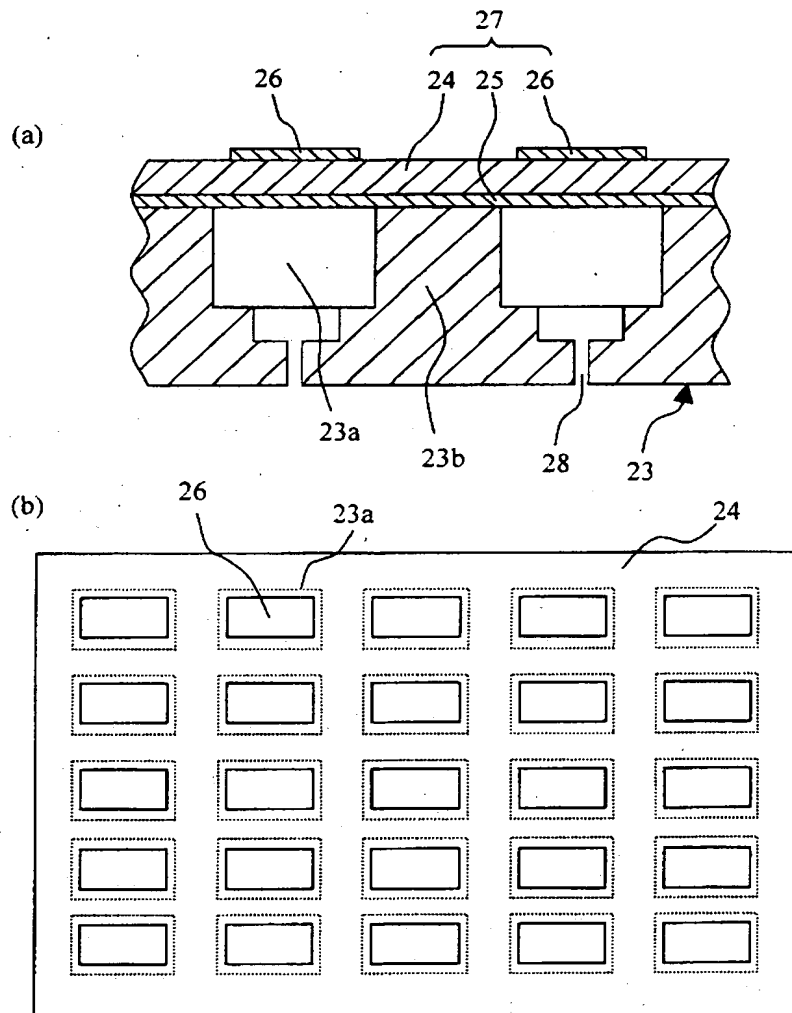
18・・・吐出孔

【書類名】 図面

【図 1】



【図 3】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 100 μ m以下の厚みで、焼成しても組成バラツキがないアクチュエータと、変位バラツキを改善したインクジェット用の印刷ヘッドを提供する。

【解決手段】 セラミック基板2の表面に、圧電セラミック層4と該圧電セラミック層4を挟持する一対の電極5、6とを具備する変位素子7が複数設けられてなるアクチュエータであって、前記圧電セラミック層4がPb、Zr及びTiを含むペロブスカイト型化合物からなるとともに、該ペロブスカイト型化合物の格子定数比 c/a が1.013～1.016、厚みが100 μ m以下であることを特徴とする。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-306276
受付番号	50201583137
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成14年10月22日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年10月21日

次頁無

特願 2002-306276

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006633]

1. 変更年月日

1990年 8月10日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

氏 名

京セラ株式会社

2. 変更年月日

1998年 8月21日

[変更理由]

住所変更

住 所

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

氏 名

京セラ株式会社